

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 570 618**

(21) N° d'enregistrement national :

**84 14815**

(51) Int Cl<sup>4</sup> : B 01 F 5/12; C 12 P 5/02 // A 01 C 3/02; (C 02 F 11/04, 3:28).

(12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

(22) Date de dépôt : 25 septembre 1984.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 13 du 28 mars 1986.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : *LE MARRE Anicet Louis Marie.* — FR.

(72) Inventeur(s) : Anicet Louis Marie Le Marre.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) :

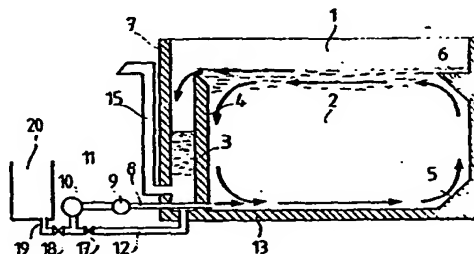
(54) Dispositif pour homogénéiser des produits fluides qui ont naturellement tendance au démêlage et applications notamment à la méthanisation.

(57) Dispositif pour homogénéiser des produits fluides qui ont naturellement tendance au démêlage et applications, notamment à la méthanisation.

Le dispositif consiste en une cuve 1 séparée en 2 volumes inégaux 2 et 3 par une cloison 4. Une pompe 10 et des canalisations 12, 11 et 8 permettent le transfert du substrat du volume 3 vers le volume 2, créant entre les deux volumes une différence de niveau. Le transfert entraîne la remontée des sédiments, l'entraînement des éléments légers vers la paroi 4, la chute de ceux-ci dans le volume 3 et le remélange, leur passage obligé dans la pompe 10 et leur rediffusion dans le volume 2.

Le procédé permet par recyclages périodiques de maintenir homogène l'ensemble du contenu de la cuve, ainsi que de briser une croûte qui se forme en surface.

Le dispositif et le procédé selon l'invention sont applicables à l'homogénéisation de mélanges fluides de toutes natures et conviennent particulièrement à la méthanisation en continu des substrats organiques.



FR 2 570 618 - A1

Sd T zu MV 02017-US

La présente invention concerne un dispositif et un procédé de mise en oeuvre du dispositif permettant d'effectuer des mélanges homogènes de produits fluides qui ont naturellement tendance à se séparer.

5 La présente invention est applicable au traitement de tous produits en mélange pompable qui présente une tendance au démélange.

Elle s'applique notamment à la méthanisation en continu des matières organiques, de la manière suivante :

10 La méthanisation consiste en la dégradation par voie de fermentation biologique, de matières organiques telles que lisiers, fumiers, déchets urbains, effluents agricoles et alimentaires, eaux résiduaires.

15 Lorsque ces substrats sont placés dans une enceinte fermée, en l'absence d'oxygène, la fermentation aboutit à la production d'un mélange gazeux composé principalement de gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) et de méthane (CH<sub>4</sub>).

20 Les substrats solides sont généralement traités en discontinu. Les substrats pompables, soit directement, soit après broyage, dilution et mélange, sont traités en continu. La présente invention s'intéresse au traitement en continu.

25 Le substrat est introduit par séquences et au moyen d'une pompe dans une enceinte fermée appelée "digesteur" ou "réacteur". Le substrat séjourne dans l'enceinte pendant une durée suffisante pour permettre aux matières en mélange de se séparer, les matières légères remontant en surface et les matières lourdes s'accumulant dans le fond du réacteur.

30 Or, un mélange le plus parfait possible est requis, d'une part pour éviter la formation de dépôts en fond de réacteur ou de croûte en surface, d'autre part pour permettre un contact intime entre le substrat à dégrader et les bactéries responsables de la dégradation, et enfin pour éviter les

différences de température et/ou l'accumulation de métabolites résultant de la fermentation en certains points du digesteur.

Généralement ce démélange est combattu soit par recirculation ou moyen de pompes lorsque le substrat est très liquide, soit par brassage au moyen d'éléments mécaniques placés dans le digesteur, soit encore par insufflation de gaz au fond du réacteur. Or ces procédés sont entachés de graves inconvénients tels que le manque d'efficacité pour un brassage parfait, la corrosion des appareillages placés dans un milieu très agressif, et l'inaccessibilité de ces appareillages en vue de leur maintenance, de leur contrôle, ou de leur réparation.

La présente invention vise à remédier à ces inconvénients en même temps qu'à réaliser le mélange parfait de tout fluide pompable.

Elle concerne plus précisément un dispositif pour homogénéiser complètement un mélange caractérisé en ce qu'il comporte une cuve composée d'un grand volume et d'un petit volume, permettant par l'intermédiaire d'une pompe :

- a) l'aspiration du fluide contenu dans le petit volume,
- b) l'abaissement du niveau du contenu du petit volume,
- c) puis son injection dans le grand volume dont le niveau s'élève,
- 25 d) l'entraînement de la partie supérieure vers le petit volume et son passage dans ledit petit volume par dessus une cloison,
- e) un mélange dû à sa chute dans le petit volume.

L'appareillage suivant l'invention est représenté par 30 les dessins schématiques annexés représentant, à titre d'exemples non limitatifs, trois formes d'exécution : la figure 1 représente une vue en plan de l'appareillage.

La figure 2 représente une coupe verticale suivant un plan AA du même appareillage.

35 La figure 3 schématise le fonctionnement de l'appareillage.

La figure 4 représente une variante de l'appareillage.

La figure 5 représente une deuxième variante de l'appareillage.

5 Cet appareillage comprend une enceinte (1) divisée en un grand volume (2) et un petit volume (3) séparés entre eux par une cloison (4).

10 Dans le grand volume (2), et à l'opposé de la cloison (4) se trouvent, en fond de cuve un plan incliné (5) et au-dessus, à même hauteur que la cloison (4) un plan incliné (6), disposés comme l'indique la figure 2. La paroi (7) du réacteur ainsi que la cloison (4) sont traversés à leur partie basse par des canalisations (8) débouchant dans le grand volume (2) tangentielle-ment à la surface du fond et dont le nombre et les dimensions sont calculés en fonction  
15 du substrat à traiter et de l'effet à obtenir. Quel que soit leur nombre, ces canalisations sont régulièrement réparties sur la largeur de la cloison (4), et sur une même ligne horizontale, mais peuvent avoir des inclinaisons variant avec la forme du grand volume (2).

20 Les canalisations (8) sont raccordées à un ou plusieurs répartiteurs (9), dont le rôle est de distribuer le fluide sortant de la pompe (10) en autant de courants qu'il y a de canalisations (8), chaque courant étant caractérisé par un débit, une pression et une vitesse sensiblement constants  
25 d'une canalisation à l'autre.

Une canalisation (11) relie le répartiteur (9) à la pompe (10).

Une canalisation (12) relie la pompe (10) au petit volume (3) en traversant la paroi (7) ou le fond (13).

30 Une canalisation (13) relie le petit volume (3) à l'extérieur.

La hauteur de l'extrémité extérieure de cette canalisation (15) détermine le niveau du fluide dans le volume (3) et est réglée de façon à ce qu'au repos, le niveau du fluide dans l'enceinte (1) affleure au sommet de la cloison (4)  
35 et au sommet du plan incliné (6).

Un piquage sur la canalisation (12) permet de brancher une canalisation (19) sur une citerne d'alimentation (20).

40 La canalisation (12) est munie d'une vanne (17) et la canalisation (19) est munie d'une vanne (18).

Le figure 4 de la planche 4 représente une variante de l'appareillage, dans laquelle l'enceinte (1) est constituée par un volume cylindrique à axe vertical, posé sur un tronc de cône formant le fond de l'enceinte. La cloison (4) délimite un petit volume (3) et un grand volume (2). Dans ce cas particulier, un répartiteur n'est plus nécessaire, et les canalisations (8) décrites dans la première version peuvent se réduire à une seule raccordée au bas du cône (14) tangentielllement à la surface (16).

La surface (16) constitue en elle-même un plan incliné (5). Un plan incliné (6) est placé au dessus du plan incliné (5), à même hauteur que la cloison (4), ainsi que représenté sur la figure (4).

Une canalisation (12), munie d'une vanne (17) relie la pompe (10) au fond du petit volume (3). Une canalisation (15) relie le fond du petit volume (3) à l'extérieur. La hauteur de l'extrémité extérieure de cette canalisation (15) détermine le niveau du fluide dans le volume (3) et est réglée de façon à ce qu'au repos, le niveau du fluide dans l'enceinte (1) affleure au sommet de la cloison (4) et au sommet du plan incliné (6).

Un piquage sur la canalisation (12) permet de brancher une canalisation (19) sur une citerne d'alimentation non figurée sur le schéma. La canalisation (19) est munie d'une vanne (18).

La figure (5) de la planche 4 représente une deuxième variante de la version principale de l'appareillage, dans laquelle l'enceinte (1) est constituée par un volume cylindrique à axe vertical, posé sur un tronc de cône formant le fond de l'enceinte. La cloison (4) est constituée d'un cylindre vertical posé au fond de l'enceinte (1) et dont l'axe vertical se confond avec celui de l'enceinte (1). Cet assemblage délimite un petit volume (3) et un grand volume (2) au sein de l'enceinte (1).

Une canalisation (12) munie d'une vanne (18) relie le fond du petit volume (3) à la pompe (10).

Un piquage sur la canalisation (12) permet de brancher une canalisation (19) munie d'une vanne (17) et reliée à une citerne d'alimentation non figurée sur le schéma.

La pompe (10) est reliée à un répartiteur (9) par une canalisation (11).

Le répartiteur (9) est relié au fond du grand volume (2) par plusieurs canalisations (8) dont le nombre, la répartition et les dimensions sont calculées en fonction du substrat à traiter et de l'effet à obtenir. Quel que soit leur nombre, les canalisations sont régulièrement réparties sur la circonférence du fond (14) autour du cylindre (4). Elles débouchent dans le grand volume (2) tangentiellement au fond qui en lui-même constitue un plan incliné décrit en (5) dans la première version.

Un plan incliné (6) circulaire et continu, positionné comme l'indique la figure (5) est placé au dessus du plan incliné (5) à même hauteur que la cloison (4).

Une canalisation (15) relie le fond du petit volume (3) à l'extérieur. La hauteur de l'extrémité extérieure de cette canalisation (15) détermine le niveau du fluide dans le volume (3) et est réglée de façon à ce qu'au repos, le niveau de fluide dans l'enceinte (1) affleure au sommet de la cloison (4) et au sommet du plan incliné (6).

D'autres variantes peuvent être mises en oeuvre, en modifiant les formes et les dimensions de l'enceinte (1) et des volumes (2) et (3) mais en respectant la proportion entre lesdits volumes.

L'appareillage ci-dessus décrit fonctionne de la manière suivante :

Pour le remplissage de l'enceinte (1), la vanne (17) placée sur la canalisation (12) est fermée et la vanne (18) placée sur la canalisation (19) est ouverte.

Le substrat à traiter contenu dans la citerne (20) est introduit dans l'enceinte (1) au moyen de la pompe (10) jusqu'à complet remplissage du grand volume (2) puis du petit volume (3), c'est-à-dire jusqu'à faire affleurer le fluide au sommet de la cloison (4) et du plan incliné (6). On ferme alors la vanne (18) et on ouvre la vanne (17). Lorsque l'on veut homogénéiser le contenu de l'enceinte (1), on commande, soit manuellement, soit automatiquement par horloge programmée, la mise en marche de la pompe (10).

Le fluide du volume (3) est alors aspiré par la pompe (10) et refoulé dans le volume (2), ce qui a pour effet de créer les phénomènes suivants :

5 a) Le niveau du fluide baisse dans le volume (3) tandis que celui du volume (2) monte, décollant ainsi des parois la croûte qui a pu se former au repos à la partie supérieure du fluide.

b) Le fluide injecté crée un courant dans le fond du volume (2) entraînant avec lui les dépôts formés au repos.

10 c) Le courant créé au fond du volume (2) rencontre le plan incliné (5) qui dévie ledit courant vers le haut, puis le plan incliné (6) renvoie le fluide tangentiellement à la surface, vers le volume (3).

d) Il s'ensuit un mouvement de rotation générale du fluide dans un plan vertical avec remontée des sédiments et poussée horizontale de la croûte vers le volume (3).

e) L'élévation du niveau dans le volume (2) entraîne le passage de la croûte, puis du fluide dans le volume (3), la croûte se brisant au passage sur l'arête de la cloison (4).

20 f) La croûte et le fluide tombent alors dans le volume (3) d'une hauteur d'autant plus grande que la croûte initiale est épaisse, en se disloquant et se répartissant à nouveau dans la masse.

g) Le mélange, encore imparfait, est repris par la canalisation (12) pour être conduit vers la pompe (10) qui achèvera le mélange et le réinjectera dans la masse du volume (2).

A la construction du dispositif, la hauteur de chute dans le volume (3) est réglée en fonction de l'effet recherché. Une forte dispersion est obtenue par une forte hauteur de chute, elle-même obtenue par la réduction de la largeur du volume (3), ce qui revient à augmenter la disproportion entre le grand volume (2) et le petit volume (3). Au contraire lorsque le substrat ne supporte pas de transferts brutaux ou encore lorsque l'on veut éviter la formation de mousse consécutive à la chute, on réduit la hauteur de chute en augmentant la largeur du petit volume (3) : ce qui revient à réduire la disproportion entre le grand volume (2) et le petit volume (3).

40 On obtient ainsi un mélange parfaitement homogène, tant du point de vue des composants que de la température n tout point du substrat.

Toute nouvelle introduction de substrat frais dans l'enceinte (1) entraîne une remontée du niveau général, puis écoulement de fluide homogénéisé vers la sortie, au travers de la canalisation (15).

5 Le fonctionnement est identique pour les variantes représentées par les figures (4) et (5) de la planche 4, ainsi que pour toute autre variante fondée sur le même principe.

10 Nous allons maintenant décrire le fonctionnement de l'appareillage à titre d'exemple qui n'a aucun caractère limitatif, à la méthanisation des matières organiques.

Le substrat à traiter (par exemple du lisier ou tout autre effluent) est introduit dans le volume (2) au moyen de la pompe (10) jusqu'à complet remplissage du volume (2) et du volume (3), c'est-à-dire jusqu'à affleurer l'arête supérieure de la paroi (4).

20 Lorsque la cuve est hermétiquement fermée, et au bout d'un temps plus ou moins long, une fermentation s'installe au sein du substrat, provoquant des dégagements gazeux composés essentiellement de méthane ( $\text{CH}_4$ ) et de gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ) qui s'accumulent dans le volume resté libre dans l'enceinte (1) et au dessus du substrat.

Cette fermentation, par ailleurs accélérée par divers moyens de chauffage, s'accompagne d'une séparation des composants du substrat en suspension :

a) Les éléments légers remontent à la surface et s'accumulent pour former une croûte de plus en plus épaisse et de plus en plus dure.

30 b) Les éléments lourds (minéraux notamment) sédimentent et s'accumulent au fond du réacteur.

De même, la température ne se répartit pas d'une manière homogène dans toute la masse du substrat.

35 Enfin, les nouvelles introductions de matière à traiter, si elle n'est pas mélangée intimement au reste du substrat, forment des poches d'acidification, risquant de gêner, voir de bloquer la poursuite de la fermentation.

Le procédé et la mise en oeuvre du dispositif permettent de remédier à ces inconvénients de la manière suivante : La vanne (18) est fermée et la vanne (17) est ouverte.



La pompe (10) est mise en fonctionnement. Le substrat du volume (3) est alors aspiré par la pompe (10) et refoulé dans le volume (2), ce qui entraîne la baisse du niveau du fluide dans le volume (3) et la montée du niveau du volume (2), décollant ainsi des parois la croûte qui a pu se former au repos à la partie supérieure du fluide. Le fluide injecté en (2) crée un courant dans le fond du volume (2) entraînant avec lui les dépôts formés au repos.

Le courant créé au fond du volume (2) rencontre le plan incliné (5) qui dévie ledit courant vers le haut, puis le plan incliné (6) renvoie le fluide tangentielllement à la surface, vers le volume (3).

Il s'ensuit un mouvement de rotation générale du fluide dans un plan vertical avec remontée des sédiments et poussée horizontale de la croûte vers le volume (3).

L'élévation du niveau dans le volume (2) entraîne le passage de la croûte, puis du fluide dans le volume (3), la croûte se brisant au passage sur l'arête de la cloison (4).

La croûte et le fluide tombent alors dans le volume (3) d'une hauteur d'autant plus grande que la croûte initiale est épaisse, en se disloquant et se répartissant à nouveau dans la masse.

Le mélange, encore imparfait, est repris par la canalisation (12) pour être conduit vers la pompe (10) qui achèvera le mélange et le réinjectera dans la masse du volume (2).

A la construction du dispositif, la hauteur de chute dans le volume (3) est réglée en fonction de l'effet recherché. Une forte dispersion est obtenue par une forte hauteur de chute, elle-même obtenue par la réduction de la largeur du volume (3), ce qui revient à augmenter la disproportion entre le grand volume (2) et le petit volume (3). Au contraire, lorsque le substrat ne supporte pas de transferts brutaux ou encore lorsque l'on veut éviter la formation de mousse consécutive à la chute, on réduit la hauteur de chute en augmentant la largeur du petit volume (3) : ce qui revient à réduire la disproportion entre le grand volume (2) et le petit volume (3).

On obtient ainsi un mélange parfaitement homogène, tant du point de vue des composants que de la température en tout point du substrat.

Toute nouvelle introduction de substrat frais dans l'enceinte (1) entraîne une remontée du niveau général, puis un écoulement du fluide homogénéisé vers la sortie, au travers de la canalisation (15).

- 5        Comme on le voit, le procédé suivant l'invention consiste à utiliser le phénomène de séparation des composants d'un mélange pour créer, grâce à l'appareillage ci-dessus décrit, la chute du fluide à mélanger d'une hauteur telle que les turbulences créées favorisent le remélange ; ce re-
- 10      mélange est encore perfectionné par le passage du fluide à mélanger dans une pompe qui réinjecte les composants et les diffuse dans toute la masse, de façon à aboutir à un mélange homogène quelle que soit la fluidité ou la composition du mélange du moment qu'il soit pompable.

REVENDEICATIONS

1 - Dispositif pour homogénéiser complètement un mélange caractérisé en ce qu'il comporte une cuve composée d'un grand volume (2) et d'un petit volume (3), permettant par l'intermédiaire d'une pompe (10) :

- 5 a) l'aspiration de fluide contenu dans le petit volume (3),
- b) l'abaissement de son niveau, puis,
- c) son injection dans le grand volume (2), dont le niveau s'élève,
- d) l'entraînement de la partie supérieure vers le petit vo-
- 10 lume (3) et son passage par dessus une cloison (4),
- e) un mélange dû à sa chute dans le petit volume (3).

2 - Dispositif suivant la revendication 1 caractérisé en ce qu'un plan incliné (5) reçoit le fluide injecté par la pompe (10) et dévie la trajectoire de ce dernier vers le

15 haut, et qu'un plan incliné (6) reçoit à son tour le fluide en mouvement vertical et dévie sa trajectoire vers la surface horizontale, et que la combinaison de ces effets hydrauliques contribue à pousser la surface du fluide et les éléments qui peuvent y être accumulés, vers la paroi (4)

20 puis dans le petit volume (3).

3 - Dispositif suivant les revendications 1 et 2 caractérisé en ce qu'un répartiteur (9) placé en sortie de pompe permet une division du liquide en plusieurs flux dont les débits et les pressions sont égales entre elles, que le

25 fluide est injecté en plusieurs points uniformément répartis et tangentielllement à la surface du fond du grand volume (2) et que cette injection entraîne la remontée et la répartition des matières qui auraient pû s'accumuler au fond du volume par décantation.

30 4 - Dispositif suivant les revendications 1, 2 et 3 caractérisé en ce que l'appareillage, selon une variante de l'appareillage principal, est constitué d'une enceinte circulaire à axe vertical et à fond conique comprenant un petit volume (3) et un grand volume (2) délimités par une cloison

35 (4), et un système de canalisations (12) et (8) permettant la reprise du fluide dans le petit volume (3) et sa réinjection au fond (14) du grand volume (2) tangentielllement au fond (5).

5 - Dispositif suivant la revendication 4 caractérisé en ce que dans la variante, le plan incliné (5) est constitué par le fond (16) de la cuve.

5 6 - Dispositif suivant les revendications 1, 2 et 3 caractérisé en ce que l'appareillage selon une seconde variante de l'appareillage principal comporte une enceinte circulaire (1) à axe vertical et à fond conique comprenant un petit volume (3) constitué par un cylindre vertical (4) dont l'axe se confond avec l'axe de l'enceinte (1).

10 7 - Dispositif suivant la revendication 6 caractérisé en ce que dans cette variante le plan incliné (5) est constitué par le fond (16) de la cuve.

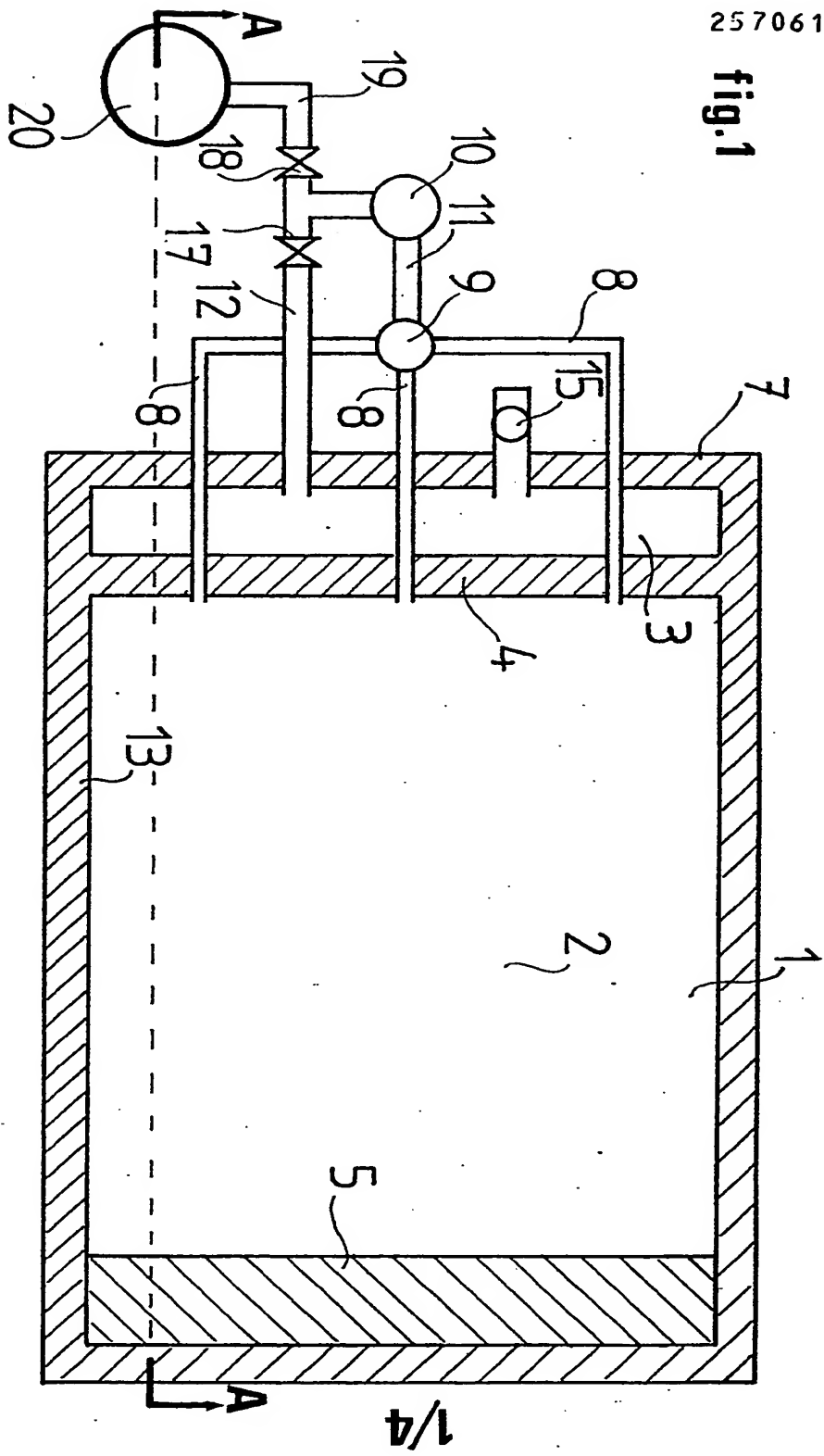
8 - Procédé de mise en oeuvre d'un dispositif selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que la  
15 mise en fonctionnement de la pompe (10) et la montée consécutive du niveau du fluide dans le grand volume (2) provoque le décollement des matières <sup>se sont</sup> qui/accumulées en surface par flottation, des parois verticales, et que le mouvement provoqué en surface entraîne lesdites matières, par mouvement de  
20 translation vers le petit volume (3), puis leur passage obligatoire dans la pompe (10) qui finit leur dispersion et les réinjecte dans la masse du grand volume (2).

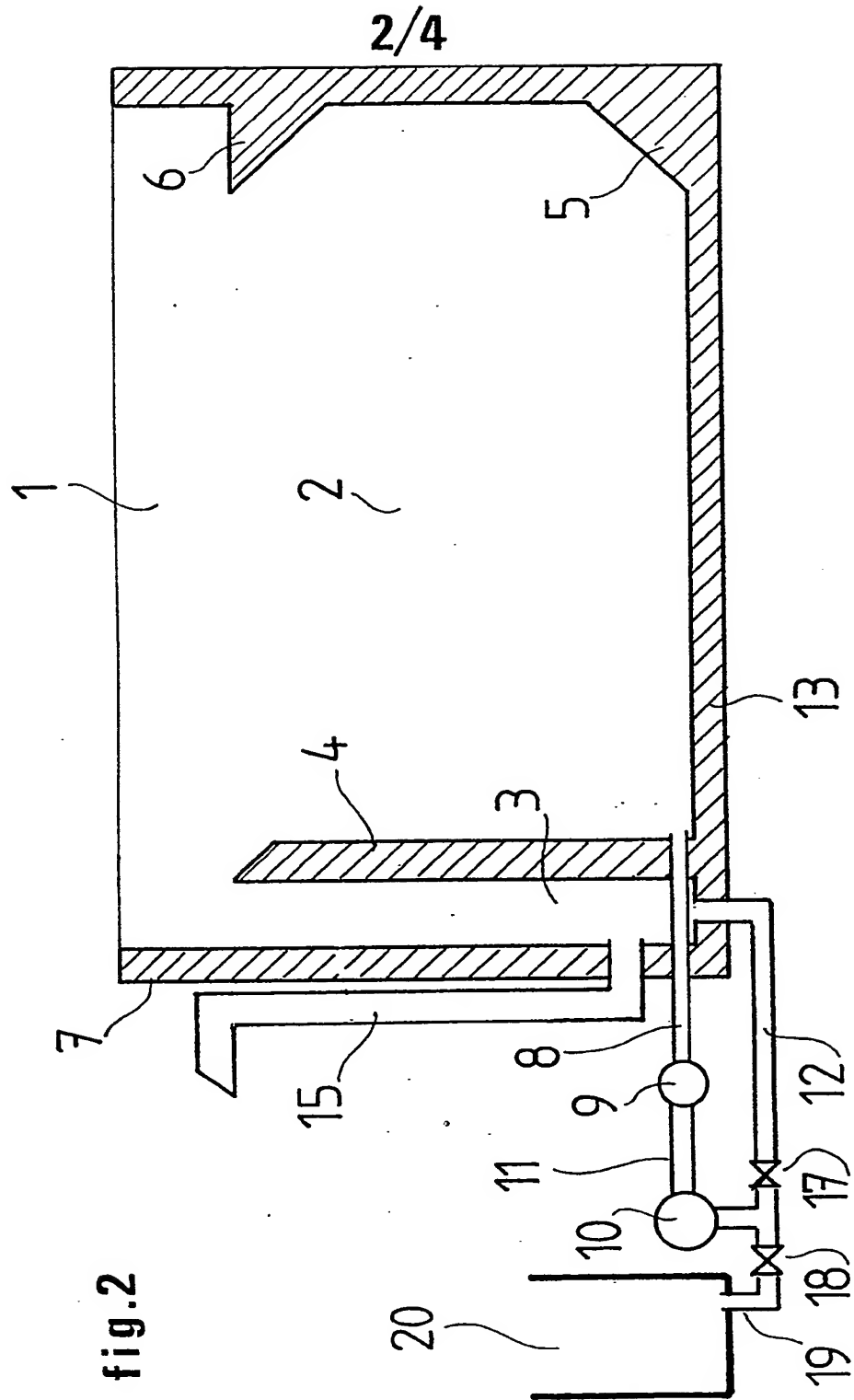
9 - Procédé suivant la revendication 8 caractérisé en ce que la hauteur de chute entre le niveau du fluide dans le  
25 volume (2) et le niveau du fluide dans le volume (3) étant directement lié au rapport des surfaces des fluides dans les volumes (2) et (3), surfaces prises dans un plan horizontal passant par l'arête supérieure de la cloison (4), cette hauteur de chute peut être réglée à la construction en fonction  
30 de l'effet recherché.

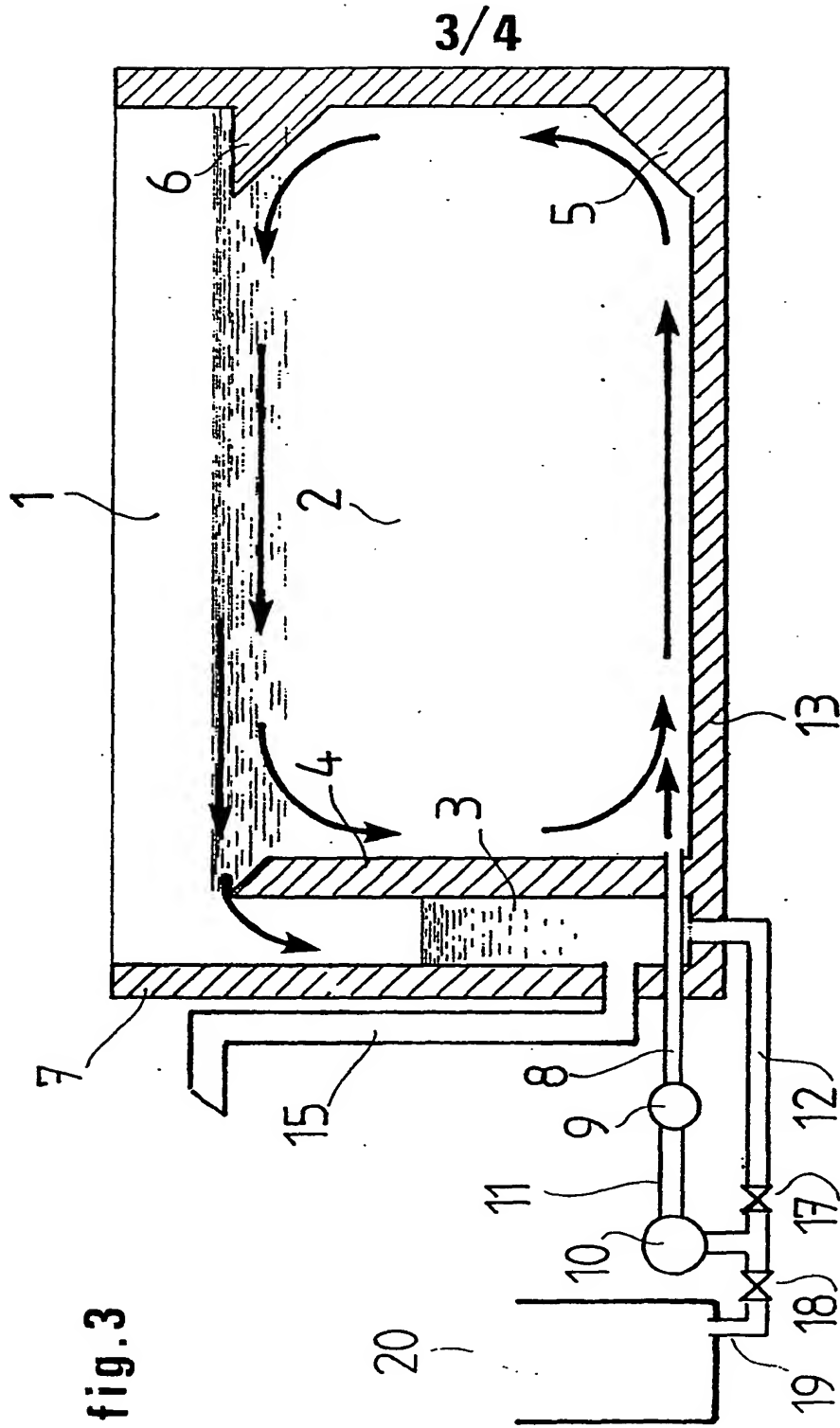
10 - Application du dispositif et du procédé de mise en oeuvre du dispositif, selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit dispositif est intégré dans une installation destinée à réaliser la fermentation  
35 méthanique, en continu, des matières organiques.

2570618

fig.1







4/4

